

# 취수 구간이 연직방향 유속변화에 미치는 영향

## Effect of Intake Range on Vertical Velocity Distribution

이용곤\*·김영도\*\*·이현석\*\*\*·고덕구\*\*\*\*

Yong-Kon Yi\*, Young Do Kim\*\*, Hyun Seok Lee\*\*\*, Deuk Koo Koh\*\*\*\*

### 요 지

임하다목적댐은 낙동강 하구로부터 약 356 km 상류에 위치하며 댐체의 길이 515 m, 높이 73 m의 rockfill 댐으로서, 총저류량은 595 백만 $m^3$ 이다. 댐의 정상표고는 EL. 168 m이고, 저수위 EL. 137.0 m와 계획홍수위 EL. 164.7 m 사이에서 운영되고 있다. 임하다목적댐의 표면취수설비는 댐우안 도수로 입구에 위치하며 콘크리트구조물로서 높이는 44.0m이다. 취수탑의 바닥표고는 EL.124.0 m이며 월류수심은 7.0m이다(한국수자원공사, 2004). 최대취수량은 119.2 $m^3/s$ 이며 취수문은 직선형다단식게이트형식이고 폭 10.0m, 높이 6.0m의 게이트 5조와 폭 10.0m, 높이 3.25m의 게이트 1조로 구성되어있다. 본 연구에서는 미국 YSI사에서 제작한 ADV-6600을 이용하여 저수지에서 취수시 유속을 측정하여 취수구간이 저수지의 연직방향 유속에 미치는 영향을 분석하였다.

**핵심용어 : 선택취수, 수온성층**

### 1. 서 론

저수지에서 물의 밀도는 온도, 염도 및 탁도 등의 변화로 인하여 일정하지 않고 시간과 공간에 대하여 변화한다. 저수지 수체는 일반적으로 혼합되지 않고 밀도와 두께가 다른 층에 분리되어 존재한다(Batucá와 Jordan, 2000). 겨울철 저수지 수체의 연직방향 수온분포는 일반적으로 동일하여 바람 등의 외력에 의한 혼합작용이 전 수심에 대하여 발생한다. 봄철에는 기온의 상승으로 수표면의 온도가 증가하면서 성층화가 시작된다. 여름철에는 높은 기온과 바람의 영향으로 성층화가 최고에 달하여 표층(epilimnion), 수온약층(thermocline) 및 심수층(hypolimnion)으로 구분할 수 있고 수심이 50 m 이상 되는 호수나 저수지에서는 수온약층이 두개 존재하는데 두 개의 수온약층 사이를 중층(metalimnion)으로 부른다. 성층현상이 심하면 유체는 연직방향운동이 제한되고 상대적으로 수평방향운동이 활발하게되어 수표면부근의 표층에서만 바람에 의하여 연직방향 혼합이 활발하게 이루어진다(Fischer 등, 1979). 가을철에는 기온의 하강으로 수표면의 수온이 내려가면서 전도(turnover)현상이 발행하여 수온 또는 밀도분포가 연직방향으로 동일하게 된다.

선택취수는 저수지내외 저수지 하류에 대한 수질을 관리할 수 있는 저수지운영의 유연성을 제공할 수 있다. 저수지방류와 관련된 동수역학은 수질과 저수지운영과의 중요한 연관을 제공할 수 있다. 방류가 시작된 직후에는 유속장은 저수지의 밀도변화특성에 영향을 받지 않는다. 이 시점의 취수영역은 저수지의 전수심에 이른다. 그러나 취수영역은 밀도성층으로 인하여 급속히 제한받게 된다. 흐름영역은 켈형태의 분포를 나타낸다. 새로이 형성된 취수영역의 위와 아래의 영역은 취수에 기여하지 않는다. 취수구 상류의 유속장은 취수가 시작된 후 수분내에 정상상태에 도달한다. 대부분의 흐름은 취수구와 동일한 위치에서 취수되기 때문에 이러한 흐름을 선택취수라 부른다. 본 연구에서는 미국 YSI사에서 제작한 ADV-6600을 이용하여 저수지에서 취수시 유속을 측정하여 취수구간이 저수지의 연직방향 유속에 미치는 영향을 분석하였다.

\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 선임연구원·E-mail : yongkon@kwater.or.kr

\*\* 정회원·이제대학교 환경이학부 전임강사·E-mail : ydkim@inje.ac.kr

\*\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 공동연구원·E-mail : leehs@kwater.or.kr

\*\*\*\* 정회원·한국수자원공사 수자원연구원 수석연구원·E-mail : dkkoh@kwater.or.kr

## 2. 임하다목적댐

임하다목적댐은 낙동가 하구로부터 약 356 km 상류에 위치하며 댐체의 길이 515 m, 높이 73 m의 rockfill 댐으로서, 총저류량은 595 백만m<sup>3</sup>이다. 댐의 정상표고는 El. 168 m이고, 저수위 El. 137.0 m와 계획 홍수위 El. 164.7 m 사이에서 운영되고 있다. 임하호 유역면적은 1,361 km<sup>2</sup>으로서, 주요하천은 반변천, 용전천, 대곡천 등이 있다(그림 1). 임하다목적댐의 표면취수설비는 댐우안 도수로 입구에 위치하며 콘크리트구조물로서 높이는 44.0m이다. 취수탑의 바닥표고는 EL.124.0 m이며 월류수심은 7.0m이다(한국수자원공사, 2004). 최대취수량은 119.2m<sup>3</sup>/s이며 취수문은 직선형다단식게이트형식이고 폭 10.0m, 높이 6.0m의 게이트 5조와 폭 10.0m, 높이 3.25m의 게이트 1조로 구성되어있다.



그림 1. 임하호 유역도

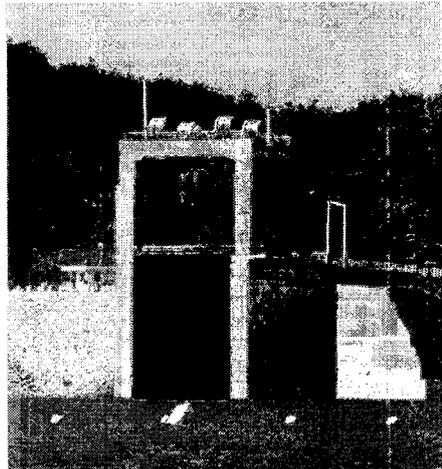


그림 2. 임하댐 취수설비 전경

## 3. 취수설비의 개도구간에 따른 유속 측정

### 3.1 YSI 6600ADV

임하다목적댐 취수설비 개도구간의 변화에 따른 호내 유속측정을 위하여 YSI 6600ADV를 이용하였다. YSI 6600ADV는 YSI 6600시리즈의 수질측정장비에 SonTek 10 MHz ADV(Acoustic Doppler Velocimeter)를 연계한 측정장비로서 수온, 탁도, pH, DO 전기전도도 등의 수질항목 측정은 물론 유속을 동시에 측정할 수 있는 장비이다. 탁도측정범위는 0 - 1000 NTU이고 정밀도는 0.1 NTU로서  $\pm 0.3$  NTU의 측정오차를 갖는다. 온도측정범위는  $-5^{\circ}\text{C}$  -  $75^{\circ}\text{C}$ 이며 정밀도는  $0.01^{\circ}\text{C}$ 이고 측정오차는  $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$ 이다. 유속측정범위는 0.001 m/s - 6 m/s이며 정밀도는 0.0001 m/s이며 측정오차는  $\pm 0.001$  m/s이다.

### 3.2 유속측정

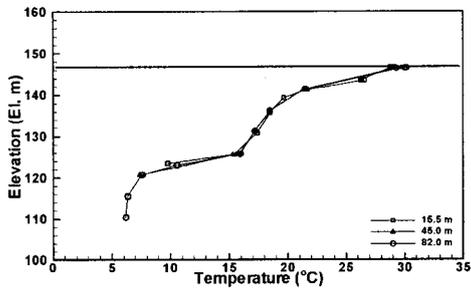
수온, 탁도 및 유속은 2006년 8월 23일과 24일 양일에 걸쳐 취수설비로부터 15.5 m, 45.0 m 및 82.0 m 떨어진 지점에서 연직방향으로 5 m 간격으로 측정되었다. 임하다목적댐 취수설비운영 조건은 표 1과 같다.

표 1. 임하다목적댐 취수설비 운영조건

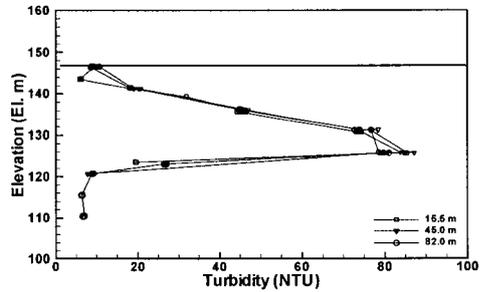
측정일자	개도구간 (El. m)	취수량 (m <sup>3</sup> /s)
2006년 8월 23일	124 ~ 132	110
2006년 8월 24일	140 ~ 147	110

그림 3은 2006년 8월 23일 임하다목적댐 취수설비 부근의 수온 및 탁도분포를 보여주며 실선은 수면을 나타낸다. 수온은 측정지점별로 거의 변화가 없는 것으로 나타났으나 탁도는 수표면부근과 최대탁도부근에서

차이가 나타났다. 수표면 부근의 수온은 29 °C, 심층(EI. 120 m 이하)의 수온은 6 °C였으며 수온변화가 급격한 수온약층은 2개 존재하는 것으로 나타났다. 수표면 부근과 심층의 탁도는 약 10 NTU였으며 최대탁도는 약 90 NTU였으며 심층위에 존재하는 수온약층 상단에서 발생하였다.



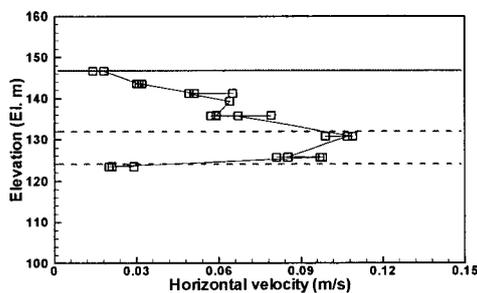
(a) 댐체부근 수온분포



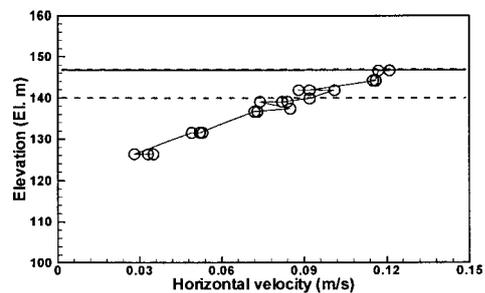
(b) 댐체부근 탁도분포

그림 3. 2006년 8월 23일 임하다목적댐 취수설비부근의 수온과 탁도분포

취수설비전면으로부터 15.5 m 지점에서 2006년 8월 23일과 24일 측정된 유속분포는 그림 4와 같으며 실선은 수표면을 나타내며 점선은 취수설비 개도구간을 나타낸다. 8월 23일과 24일 측정된 유속분포를 살펴보면 개도구간에서 최대유속이 발생하는 것을 알 수 있다. 또한 개도구간에 무관하게 심층부근에는 흐름이 거의 발생하지 않는 것을 알 수 있었다. 8월 23일 측정된 유속분포는 개도구간을 중심으로 대칭을 이루지 않는 것으로 나타났으며 이는 수온성층현상으로 인한 것으로 판단된다. 방류수의 온도와 탁도변화는 그림 5와 같다. 개도구간의 변화에 따라서 방류수의 온도와 탁도가 변화되는 것을 알 수 있었다. 따라서 성층화된 저수지에 서 취수구간을 변경하여 저수지 하류의 수질관리를 할 수 있을 것으로 판단된다.

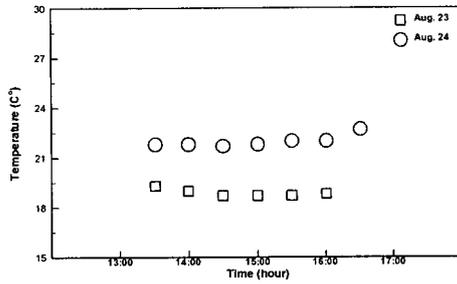


(a) 2006년 8월 23일

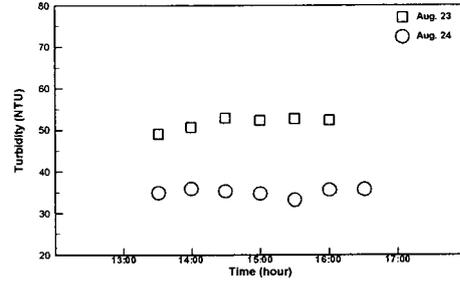


(b) 2006년 8월 24일

그림 4. 취수설비전면으로부터 15.5 m 지점 수평방향 유속분포



(a) 수온



(b) 탁도

그림 5. 방류수의 온도와 탁도변화

### 감 사 의 글

유속측정에 협조를 아끼지 않았던 임하댐관리단 직원에게 감사드립니다.

### 참 고 문 헌

Batuca, D.G. and Jordaan, J.M. 2000. *Siting and Desilting of Reservoirs*. A.A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

Fischer, H. B., Imberger, J., List, E. J., Koh, R. C. Y., and Brooks, N. H., *Mixing in inland and coastal waters*, 1979.